

기후변화와 연령특성이 장염 발생에 미치는 영향

신 호 성

(원광대학교)

정 진 옥

(한국보건사회연구원)

윤 시 문

(한국보건사회연구원)

김 정 선*

(한국보건사회연구원)

본 연구에서는 2004~2008년(5년) 기간의 건강보험심사평가원 전산청구자료와 기상청의 자동기상관측시스템에서 측정된 기후자료를 활용하여 온도와 강수량 변화와 연령 특성별 식품매개로 추정될 수 있는 장염질환 발생과의 상관관계를 모델링하였고, 기온 상승에 따른 노인 및 비노인 집단 간의 장염질환 발생양상 향후 변화를 예측하였다. 노인집단의 발생건수는 기온과 상관성을 보이거나 비노인 집단처럼 뚜렷한 상관성은 관찰되지 않았다. 노인의 경우 2개의 변곡점 사이에서 기온과의 상관성이 명확하지는 않지만 두 번째 변곡점 이후에는 기온과의 양의 상관성이 상대적으로 관찰되었다. 변곡점 전후의 기온기는 단위기온 상승에 따른 시군구 주간 장염질환 발생건수를 나타내는데, 노인과 비노인을 모두 고려한 최종모형(전체)에서 24.3℃ 이후에서 기온이 1℃ 상승함에 따라 주간 시군구 발생건수도 5.7건 증가하는 경향이 나타났다. 최종적으로 주간 평균기온이 24.3℃ 이후 1℃ 상승함에 따라 시군구 평균 주간 장염질환 발생건수가 5% 증가하고, 비노인 집단에서 7.7건으로 노인집단의 1.8건 보다 4.3배 많은 증가속도를 보여줄 것으로 예측되었다. 또한 2050년 우리나라 평균기온이 24.3℃ 이후 3.2℃ 증가하면, 시·군·구 장염질환 발생건수가 16% 증가하는 것으로 나타났다.

주요용어: 장염질환, 기후변화, 노인, 연령특성

본 연구는 농림축산식품부 생명산업기술개발사업 식품분야 기후변화 영향분석 및 영향평가 모델구축 과제에 의해 이루어진 것임.

* 교신저자: 김정선, 한국보건사회연구원(kjs0416@kihasa.re.kr)

■ 투고일: 2014.10.31 ■ 수정일: 2015.2.13 ■ 게재확정일: 2015.2.27

I. 서론

전 세계적으로 기후변화는 진행되고 있고, 그로인해 대기 및 해양의 평균온도 상승, 넓은 지역의 눈과 얼음의 해빙, 그리고 해수면의 상승 등의 현상을 확인할 수 있다. 1850년에 도구를 이용한 지표면 기온측정이 시작된 이후 가장 따뜻했던 10년이 지난 13년 사이에 발생했다. 지구온난화는 최근 그 속도가 더욱 빨라지고 있다. 세계 기온은 지난 100년 동안 약 0.75℃ 상승했다. 그러나 지난 25년 동안의 상승속도는 훨씬 빨라서 10년에 0.18℃ 이상이다. 기온상승은 세계 전체에 걸쳐 나타나고 대양보다 육지의 온난화 속도가 더 빠르게 진행되고 있다(박윤희 역, 2012).

WHO(2009)는 기후변화로 인하여 건강에 미치는 5가지 중요한 문제를 언급한바 있다.

첫째는 농업 식량부문이 기후변화에 가장 취약하다. 기온의 상승, 가뭄, 폭우 등은 식량에 영향을 주고 이는 빗물에 의존하여 농사짓는 많은 나라에서 영양실조자가 늘어나는 것으로 증명이 되고 있다. 가뭄으로 인한 영양실조로 사망하는 인구가 벌써 매년 350만 명에 이르고 있다.

둘째는 폭우와 태풍 등 극심한 기후로 사망자와 부상자가 늘어나는 것이다. 특히 급수와 위생시설이 파괴되었을 때 폭우와 홍수는 콜레라와 같은 전염병의 급증을 예견하였다.

셋째는 물 부족과 폭우가 있을 경우 모두 설사병이 유행한다는 것이다. 설사병은 어린이 사망원인 중 2위를 차지하고 매년 180만 명이 이병으로 사망하고 있다고 보고하고 있다.

넷째는 폭염 특히 도시의 열섬(heat island)은 기후에 민감한 전염병인 설사병과 뎅기열의 유병율을 높이고 있다는 것이다. 그리고 주로 노인에게 심폐질환으로 인한 사망률에 영향을 미친다고 한다. 폭염과 별도로 고온은 지표면의 오존농도를 높이고 꽃가루 계절을 연장시켜 천식발작을 야기한다.

마지막으로 다섯째로 기후변화와 강수량의 변화는 전염병 매개체의 지리적 분화를 변화시킨다. 이러한 매개체에 의한 말라리아와 뎅기열은 공중보건학적으로 세계적으로 커다란 문제가 되고 있다.

1. 식품매개질환 발생자료의 고찰

식품매개질환(식중독)은 인체에 유해한 병원성 세균, 독소, 바이러스, 프리온, 기생충, 화학물질, 자연독 등에 음식물 섭취의 결과로 발생하는 모든 종류의 질병으로 감염성 또는 독소형 질환을 말한다. 식품의약품안전처(이하 식약처)의 식중독 통계시스템(<http://www.mfds.go.kr>)은 집단 식중독 발생현황을 보고하는 것으로 개인 수준에서 발생하는 것과 구별된다. 따라서 우리나라 전체에서 식중독 환자가 매년 얼마나 발생하는지에 대한 통계로는 사용하기 어려운 측면이 있다.

식약처 식중독통계시스템에서 공개되고 있는 집단 식중독 발생 현황 자료에서 원인시설별로 식중독 집단 발생 현황에 따르면 개인과 집단의 비율은 시설수로는 개인(가정)이 4.90% 환자수로는 1.19%에 지나지 않는다. 또한 발생 환자수도 12년간 86,291명으로 매년 평균 7,191명 수준에 지나지 않고 있다.

표 1. 2002~2013년(~12월) 원인시설별 식품매개질환 발생현황

Classification	발생건수(건)	비율(%)	환자수(명)	비율(%)
합계	2,858		86,291	
가정집	140	4.90	1,026	1.19
기업체	205	7.17	10,546	12.22
기타	381	13.33	10,784	12.50
불명	282	9.87	3,859	4.47
음식점	1,345	47.06	18,958	21.97
학교(위탁)	158	5.53	15,266	17.69
학교(직영)	347	12.14	25,852	29.96

자료: 식품의약품안전처 식중독 통계시스템(<http://www.kfda.go.kr/e-stat/index.do>)

신호성 외(2009)¹⁾의 연구에 따르면 매년 1,100만 명이 식중독 추정될 수 있는 장염 질환에 이환되고 160만 명이 의료기관에서 식중독 관련 질환을 치료받고 있으며 이중 60여만 명이 입원치료를 받고 있는 것으로 추정된 바 있다. 즉 장염질환 발생건수는

¹⁾ 알려지지 않은 식중독 발생건수를 산출하기 위하여 CDC 등 국외에서 식중독 환자수를 추정하는 방법을 적용하여 포괄적으로 산출한 연구임.

전체인구의 약 23~24%에 해당하며 식중독 발생자 중 의료기관을 이용한 환자수는 14%, 입원한 환자수는 6%으로 증가하는 것으로 추정된다. 이로 인한 사회경제적 비용 손실도 엄청난데 연간 1조원이 넘을 것으로 계산되었다. 미국의 경우 연간 48백만 명이 식중독 관련 질환에 이환되고 총 손실비용은 510~777억불 정도일 것으로 계산된 바 있다.

이와 달리 집단식중독 발생현황을 살펴보면 식품산업과 위생관리기술, 의학의 발달에도 불구하고 집단 식중독 발생건수 및 환자수는 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 2002년 78건, 2003년 135건, 2004년 165건, 2005년 109건, 2006년 259건, 2007년 510건으로 증가추세를 보이다가 2007년을 기점으로 발생건수에 있어 감소하는 경향이 나타난다. 다만 발생 환자수는 2009년 이후 다시 증가하여 2003년의 수준으로 회귀되었는데 식중독 발생 건당 환자수는 2007년 19명 수준으로 감소하였으나 2011년 29명 수준으로 다시 증가하는 추세에 있다. 식중독의 주요 발생원인은 2013년 기준으로 세균성 101건(43.0%), 바이러스성 44건(18.7%)이며 2007년에 비하여 세균성(187건, 36.7%)은 6.3%증가한 반면 바이러스성(99건, 19.4%)의 경우 0.7% 감소한 것으로 보고 되고 있다.

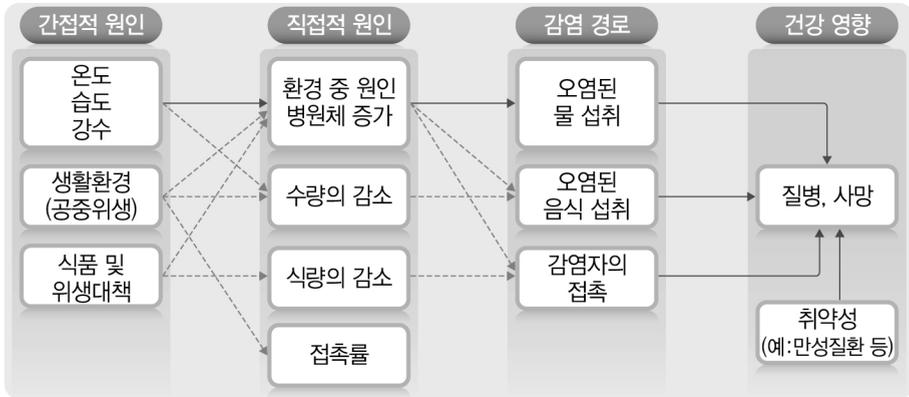
표 2. 집단 식중독 발생 현황

구분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
건수(건)	77	135	165	109	259	510	354	228	271	249	266	235
환자수(명)	2,939	7,909	10,388	5,711	10,833	9,686	7,487	5,999	7,218	7,105	6,058	4,958
환자수/건(명)	38.2	58.6	63.0	52.4	41.8	19.0	21.1	26.3	26.6	28.5	22.8	21.1

자료: 식품의약품안전처 식중독 통계시스템(<http://www.kfda.go.kr/e-stat/index.do>)

개인적인 수준에서 이루어지는 감염성인 경우 [그림 1]과 같은 원인과 경로에 의해 감염이 될 것으로 연구되었는데, 수인성 및 음식물에 의해 영향을 받는 병원체는 바이러스와 박테리아, 원생동물(원충)로 구분되는데 바이러스는 어패류, 지하수를 통하여 감염 될 수 있으며, 이런 감염경로는 폭풍과 기온 등의 기후요인에 영향을 받을 수 있다. 또한 박테리아는 어패류와 오염된 물에서의 여가활동을 통해 감염될 수 있으며, 해수의 온도와 염분농도에 영향을 받을 수 있다. 원생동물은 먹는 물, 여가활동, 과일이나 야채 등의 식품섭취를 통해 감염이 이루어지며, 기온, 홍수 등 기상재해의 영향을 받을 수 있다(장재연 외, 2009).

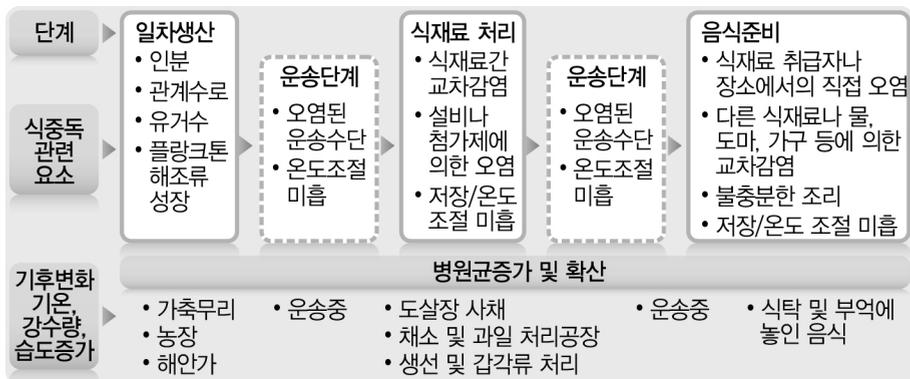
그림 1. 기후변화가 건강에 미치는 영향(수인성, 식품매개질환)



자료: 일본 환경성(2005~2006); 장재연 외(2009) 재인용.

집단 식중독이 발생하는 주요한 경로는 집단 급식장소를 통한 것이다(표 1). 이 경우 식품의 생산과 운반, 저장 및 조리 등이 식중독 발생과 관련이 크다. 식품의 생산과 조리과정에서 발생하는 식중독에 영향을 미치는 주요 기후변화의 영향은 [그림 2]와 같다.

그림 2. 식품생산 조리과정에 대한 기후변화 영향



자료: Hall(2007); 신호성 외(2009) 기후변화에 따른 식품안전 분야의 사회·경제적 손실비용 평가, 식품의약품안전평가원, 재인용.

식자재의 일차생산 과정에는 가축 무리나 농장 해안가 등지에서 강수량이나 기온, 습도 등이 증가하는 경우 인분이나 관계수로 등을 통해 식중독 관련 바이러스와 박테리아, 원생동물에 감염될 확률이 높아진다. 식재료의 처리과정에는 식재료간 교차오염, 식재료 처리 시설에 의한 오염, 저장관리의 실패 등이 문제가 되며 음식준비 및 저장 과정에는 음식 조리 기구나 식재료 취급자, 식재료 간의 교차오염, 저장 방법의 실패 등이 식중독의 원인이 되고, 이들은 기온, 강수량, 습도 변화에 직접적인 영향을 받는다.

2. 기후변화로 인한 식품매개질환 발생예측에 관한 연구자료의 고찰

식중독의 발생 예측과 관련한 기존의 연구를 분류하면 식중독 감시자료에 기반을 둔 집단 식중독 발생 예측과 건강보험 자료를 활용한 자료로 구분된다.

식중독 감시자료의 경우 식중독보고관리시스템을 통하여 이루어지고 있는데 각 시군구 보건소를 통하여 신고, 수집된 자료를 관리하고 있다. 감시자료의 경우 식중독 역학조사가 이루어진 것으로 명백히 식중독인 자료인데 반해, 신고 및 감시 기능이 제대로 작동하지 못할 경우 식중독 발생이 미보고 될 가능성이 있다. 건강보험자료의 경우 식중독 관련 질환으로 의료가관을 방문한 적이 있는 환자를 근간으로 하는 것인데 역학조사에 의해 확인된 것이 아니어서 발생수준은 감시자료 보다 훨씬 실제에 가까울 수 있으나 명백히 식중독에 의한 방문인지 확인이 불가능하여 식중독 발생으로 인한 환자 수준이 과대평가 될 가능성이 있다.

신호성 외(2009)는 2004~2008년 5년간의 건강보험심사평가원 전산청구자료와 기상청 기후자료(AWS)를 이용하여 온도와 장염발생과의 관계를 분석하였다. 연구결과, 우리나라 기온이 평균 1°C 증가 시 증가 함에 따라 우리나라 전체의 장염 발생은 인구 천 명당 평균 68.35건(6.84%) 증가할 것으로 예측하였다. 연령별로는 기온 1°C 증가 시 장염발생이 19~64세 집단에서 7.2%로 가장 높았고, 65세 이상 집단 6.72%, 19세 미만의 경우 6.45%로 증가하는 것으로 예측하였다.

전 세계적으로 기후변화는 사회적 변동, 인구이동, 경제적 고난, 환경적 퇴화 등의 심각한 사회경제적 문제들을 초래하고 있으며, 인간의 건강 또한 온도나 강수패턴, 폭동, 홍수, 가뭄, 해수면 상승 등의 기후변화에 의해 영향을 받고 있다(Kenneth et al., 2008, 김동진 외, 2010, 2012 재인용).

기후변화로 인하여 기온, 강수량 등이 변화하면 물이나 음식물 매개질환이 증가할 가능성도 높아진다(김동진 외, 2012). 기온이 높아지면서 설사로 병원에 입원하는 아이들이 늘어나고 콜레라와 기타 설사 질환 등 수인성 질환이 증가한다는 연구결과들이 보고되고 있다(김동진 외, 2012). 또한 기후변화와의 관련성이 낮은 대부분의 법정 전염병들은 감소추세를 보이고 있는 반면 기후변화와 관련성이 높은 것으로 알려진 말라리아, 신증후군출혈열, 렙토스피라증, 뎅기열, 비브리오패혈증, 쯤쯤가무시증 등은 증가추세를 보이고 있다(장재연, 2009; 김동진 외, 2012 재인용).

박윤형 외(2006)는 기온에 따른 세균성 이질 발생 양상을 분석한 결과 월별 기온 상승에 따라 세균성 이질 추가 발생률이 높은 경향을 보이는데 다른 기상요소들의 값이 모두 동일할 경우 그 달의 평균기온이 0.5℃ 증가하면 세균성 이질 발생률은 3%(95%CI: 3~4%) 증가하는 것으로 보고하였다(김동진 외, 2012 재인용). Checkly (2000)는 1977~1998년 페루에서는 엘니뇨 기간 동안 평균 이상기온에 의한 설사로 병원에 입원한 어린이수가 2배 증가한 것으로 보고하였으며, Madico(1997)는 높은 기온은 설사병의 원인이 되는 사이클로스 포라(*Cyclospora cayetanensis*)라는 기생성 원충의 성숙을 촉진할 수 있다고 하였다. 또한, 기온과 장출혈성대장균 발생 건수와의 상관관계를 검토한 결과 기온이 1℃ 상승하면 장출혈성대장균의 발생위험은 4.6% 상승하는 것으로 나타났으며(Madico, 1997; 신호성 외, 2009 및 김동진 외, 2012 재인용), 설사병의 경우 미생물 유기체와 독성이 있는 식품의 섭취 및 오염된 식수원에 의해 감염될 위험이 있으며 이러한 질병매개체의 활동은 기상 및 기후변화에 영향을 받는 것으로 나타난 바 있다(김정선 외 2007; 김동진 외, 2012 재인용).

또한 최근 일반국민을 대상으로 기후변화에 따른 식품매개질환의 영향 예측 및 관리 대책에 대한 연구(서건호, 2010)가 진행되다가 있지만 구체적인 분석연구라기 보다는 예방대책 언급수준의 내용으로 특정연령집단의 비교를 통한 취약연령집단에 대한 개별 연구는 현재 전무한 실정이다.

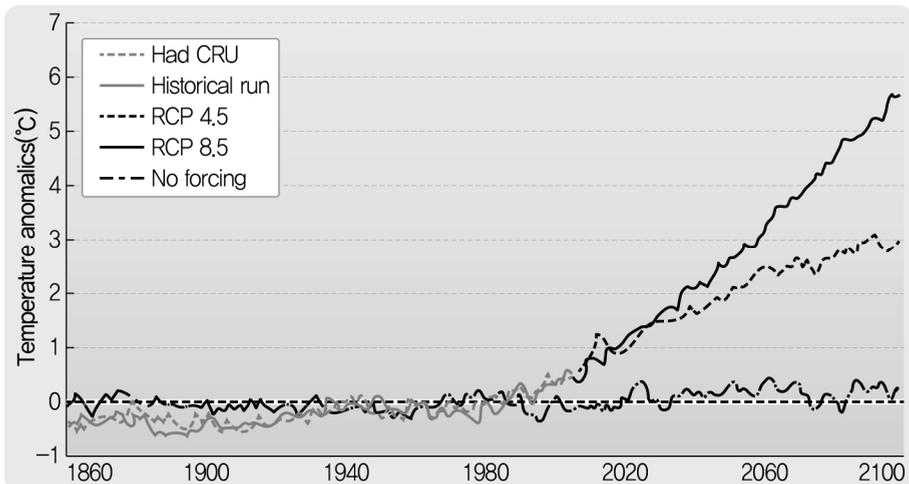
이에 이번 연구는 기후변화로 인한 일상생활과 밀접하게 연관되어 있는 식품매개성 질환의 발생을 살펴보고 특히 연령특성별(노인층과 비노인층)에 따른 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생 양상 변화를 예측해 보고자 하였다. 본 연구결과는 기후변화로 인한 연령별 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생과의 연관성을 분석함으로써 기후변화에 노출에 대비하여 취약연령집단에 대한 건강분야에서도 선제적인 적응대책이 마련되어야 할 과학적 근거를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 연구방법

1. 미래 한반도 기후변화

IPCC 제5차 기후변화 평가보고서는 국제적인 온실가스 시나리오인 대표농도경로(Representative Concentration Pathway, RCP)에 기반을 둔 새로운 기후변화 시나리오를 제안하였다. HadCRU는 20세기말까지의 관측자료이고, Historical Run은 HadGEM 기후모델의 관측기후 재현 자료, RCP4.5와 RCP8.5ms 온실가스 농도 증가에 의한 HadGEM의 기온 증가에 의한 HadGEM의 기온 예측 전망이며, No forcing은 온실가스의 농도 변화가 없는 경우의 자연적인 전 지구 기온 변동 경향이다.

그림 3. 새로운 온실가스 시나리오

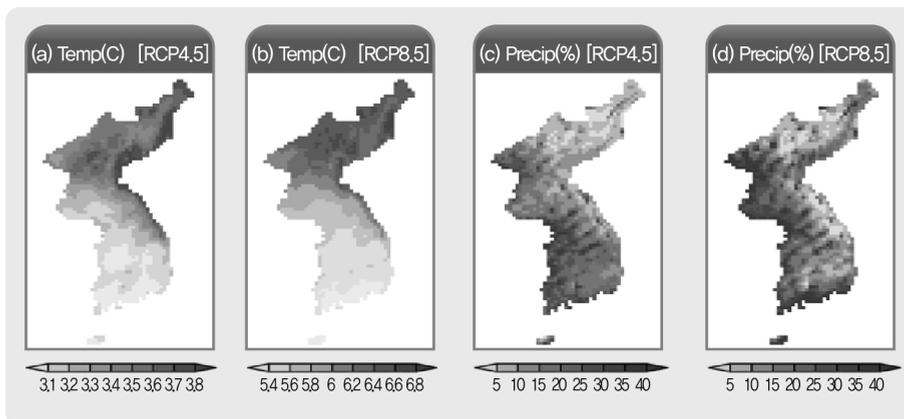


자료: 기상청(2012). 한반도 기후전망 보고서

[그림 3]과 같이 전 지구의 기온은 지속적으로 상승할 것으로 전망되고, 강수량은 지역에 따라 증가 또는 감소될 전망이다. 특히 RCP8.5시나리오에 따르면 지구평균 기온은 4.6°C 증가하고 지구평균 강수량 5.9% 증가할 것으로 전망된다. 또한 해수면의 온도 상승이 예상되는데 특히 아시아와 북미 대륙의 동쪽해안에서 상대적으로 크게 증가가 예상되며, 우리나라 주변 해역은 RCP8.5에서 4.7°C 증가할 전망이다.

우리나라는 기온과 강수량이 상승되며, 특히 중북부 지역에서 기온 상승이 두드러지고, 남해안과 중서부 지역에서 강수량 증가가 뚜렷해질 전망이다(그림 4).

그림 4. 우리나라 기온 및 강수 변화



자료: 기상청(2012), 한반도 기후전망 보고서

RCP8.5시나리오에 의해 산출된 21세기말에는 관측지점 중 해발고도가 가장 높은 대관령을 중심으로 한 인제, 홍천, 원주, 제천 등을 제외한 전 지역이 아열대 기후지역에 포함될 전망이다.

2. 분석자료 및 분석방법

일반적으로 식중독 예측모형에서 가장 많이 적용되는 예측기법은 Poisson 분포에 기반을 둔 회귀모형이다. 질병발생을 묘사하는 분포로 Poisson이 가장 적합하기 때문이다. 독립변수는 예측 모형마다 다양한 수준의 변수들이 사용되고 있는데 기상요소로는 최고 기온과 강수량, 습도 등이 주로 사용된다. 기후변화의 영향을 고려할 때 질병발생의 계절성을 반영하는 방법이 사용되는데 시간단위를 주기성을 표현하는 조화함수로 변형하여 분석에 사용한다. 본 연구는 기후변화와 관련된 장염질환 발생의 계절성을 반영하기 위하여 연간 주기성(Annual Periodicity)을 가지고 사인함수와 코사인 함수로 표시되는 최대 6주기 조화함수인 Fourier Term을 회귀식에 반영하였다. 시간단위를 조화함수로 변형하는 방법은 아래식과 같다(신호성 외, 2009; 신호성 외, 2011 재인용).

$$f_s(t) = \cos(T) + \sin(T) \quad (1)$$

$$T = 2\pi \frac{(t-1)}{t_F} \quad (2)$$

t_F 는 한 주기 동안 반영될 계절성의 수를 의미하며 t 는 숫자로 표시된 주 단위 시간을 의미한다. 시간 변수로 연도변수도 분석에 사용되곤 하는데 이는 기후변화가 장염 발생에 미치는 장기적인 영향을 차단하기 위함이다.

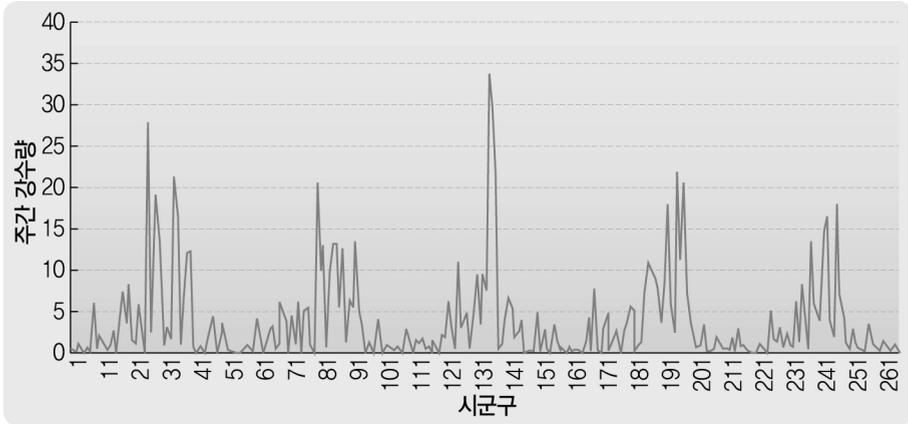
기상요소의 시간지연효과(lag effect)도 기후변화의 영향을 분석하는 모형에 자주 사용된다. 이 경우 온도와 같은 노출변수의 시간지연 효과를 반영하기 위하여 일정기간(예, 4주) 동안 노출변수의 영향을 산출하여야 한다. 노출변수간의 연쇄 상호연관 등의 white noise를 줄이기 위해 스플라인이나 다항 시간지연효과 모형(polynomial distributed lag model)을 적용할 수 있다(Schwartz, 2000; Braga, 2002; Michelozzi, 2007). 시간지연 효과의 일반적 모형은 다음과 같이 표현 가능하다

$$\log(E(Y_i)) = \alpha + \sum_k \beta_k X_{ki} + \delta_0 Z_0 + \dots + \delta_q Z_q \quad (3)$$

여기에서 Z 는 노출변수를 나타내며 시간 q 동안의 지연효과는 Z_q 로 Z_0 는 현재시점이 되며 Z_1 은 바로 전 시간대의 노출변수의 크기를 나타낸다. 본 연구에서는 장염으로 인한 질병 발생 건수에 대한 최고기온의 시간지연 효과는 주단위로 계산하고, 4주로 제한하며 각 주 시간 지연 온도변화는 3차원식을 이용한다.

장염질환 발생에 영향을 미치는 기상요소로 기온 이외에 강수량이나 습도가 주로 적용된다. 강수량보다는 습도가 더 중요한 변수이나 장래 예측값을 추정하기 위해 기후 변화 시나리오에 습도가 포함되어 있지 않아 강수량을 사용하였다. 본 연구의 분석기간에 해당하는 2004-2008년 5년간의 시군구별 주간 강수량 분포는 다음과 같다.

그림 5. 주간 시·군·구별 강수량 (2004-2008)



식품매개로 추정될 수 있는 장염질환의 발생예측은 230개 시군구를 기반으로 하고 발생건수는 시군구별 주간 의료기간 방문횟수를 사용하였다. 분석 시군구를 230개 사용한 것은 분석모형에 적용된 기상요소가 행정안전부가 전국 시군구를 구분하는 단위인 230개를 기준으로 작성되어 있기 때문이다. 발생건수 역시 주간으로 시간구분을 하였는데 동일 주(week)에서 여러 번 방문을 하더라도 1건으로 조사되었다. 식품을 매개로 한 환자(장염질환) 발생건수는 입원과 외래를 모두 포함하였는데, 입원과 외래에 대한 가중치 없이 모두 1건으로 구분하였다. <표 3>에는 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환으로 간주하여 본 연구에 반영된 질병코드들이 정리되어 있다.

표 3. 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생 예측모형에 포함된 질병코드

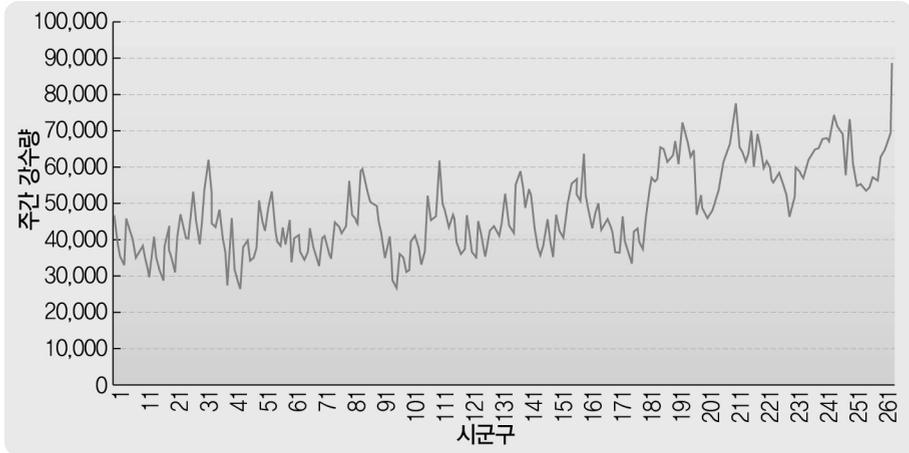
ICD-10	식품매개 발생분석 대상 질병군
A02 기타 살모넬라 감염 (Other salmonella infections)	A02.2, A02.8, A02.9
A03 세균성 이질(Shigellosis)	A03.0, A03.1, A03.2, A03.3, A03.8, A03.9
A04 기타 세균성 장염 (Other bacterial intestinal infections)	A04.0, A04.1 A04.2 A04.3 A04.4 A04.5 A04.6
A05 기타 식품원인 세균성 중독 (Other bacterial foodborne intoxications)	A05.0, A05.1, A05.2, A05.3, A05.4, A05.8, A05.9
A06 아메바증(Amoebiasis)	A06.0
A07 기타 원충성 창자 질환 (Other protozoal intestinal diseases)	A07.1, A07.2
A08 바이러스 및 기타 특정 장염 (Viral and other specified intestinal infections)	A08.0, A08.1, A08.2, A08.3, A08.4, A08.5
A09 감염성으로 추정되는 설사 및 위장염 (Diarrhoea and gastroenteritis of presumed infectious origin)	A09.0, A09.9
K52 기타 비감염성 장염 또는 대장염 (Other noninfective gastroenteritis and colitis)	K52.1, K52.2, K52.8, K52.9

분석에 사용한 자료는 건강보험심사평가원의 5년간(2004~2008년) 자료로 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환의 유병건수는 5년 동안 총 17백여만 건으로 나타났으며, 2004년 280여만 건을 시작으로 연도별로 증가하여 2008년도에는 430여만 건이다. 성별 연령별 평균 요양일수는 1.48일인데 성별로는 큰 차이가 나타나지 않았으나, 연령별로 65세 이상 노인의 요양일수가 가장 길었고, 19~64세 청장년층의 요양일수가 가장 짧았다.

표 4. 식품매개로 추정될 수 있는 장염질환 발생 예측모형에 사용된 변수

변수	설명
종속변수	식품매개 추정 장염 발생건수
독립변수	시·군·구별 주간 의료기관방문건수
	시·군·구별 주간 평균 일최고온도
	시·군·구별 주간 평균 강수량
seasonality	식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생의 계절성 효과
lag time	최고온도의 시간지연 효과(4주)
year	연도(2004~2008년)
agegp	노인과 비노인의 구분

그림 6. 시·군·구별 주간 식품매개질환으로 인한 의료기관 방문건수



3. 분석 모형

기후변화와 식품매개로 추정되는 장염질환 발생과의 연관성을 분석하기 위하여 본 연구에서는 일반부가모형(Generalized Additive Model, GAM)을 사용하였으며, 아울러 식품매개로 추정되는 장염질환 발생의 시간지연 효과(time lag effect), 그리고 계절성(seasonality) 효과 등을 고려하였다. 계절성 효과란, 설사병 발생과 직접관련이 없는 계절적 요인을 통제하기 위해 모델에 반영된 것으로서, Stolwijk 외(1999)와 Hashizume 외(2007)가 사용한 방법을 본 연구에서도 이용하였다. 또한, 온도변수의 시간지연 효과를 반영하기 위하여 Hashizume 외(2007), Checkley 외(2000), Bentham과 Langford(2001), Kovats 외(2004)가 사용한 방법에 따라 4주 동안의 온도영향을 모델에 반영하였다(Hashizume et al., 2007).

기후변화와 질병발생과의 연관성 분석의 경우 질병발생에 있어서 시간경과에 따른 변이성과 지역적 분포의 차이 문제를 적절히 통제할 필요가 있는데, 특히 노출 인구집단의 크기가 작은 경우 작은 차이가 큰 변이를 가져오기 때문에 주의를 기울여야 한다(김동진 외, 2012). 때문에 본 연구에서는 질병 발생의 시·공간적 변이성을 반영하기 위해 준모수적 방법인 스플라인 회귀(spline regression)분석 방법을 사용하였는데, 이는 기존의 Gaussian이나 Poisson 회귀분석 방법에서 보다 발전된 분석법으로 사용되고 있다

(McMichael, 2003).

한편, 기온과 식품관련 질병 발생의 회귀방정식에서 추정된 예측값과의 관계를 도식화 하면 특정 온도를 전후하여 분포가 바뀌어 “V” 또는 “N” 형태의 분포를 보인다. 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 온도의 계수값이 음에서 양으로 바뀌는 변곡점(change point) 혹은 역치(threshold) 이후의 영향을 중심으로 온도변화에 따른 설사병 발생의 영향을 살펴보았다(Muggeo, 2003; 김동진·신호성, 2009 재인용).

앞서 언급된 분석자료와 분석방법을 바탕으로 결정된 최종 분석모형은 다음식과 같다.

$$\lambda_{ij} = \alpha + \sum_{k=1}^3 a_{0k} B_k(\text{Temp}_{ij}) + \text{rain}_{ij} + \sin(x_i) + \cos(x_i) + \text{Lag}(\text{Temp}) + \text{agegp} + \text{year} \quad (4)$$

여기에서 $\sum_{k=1}^3 b_{jk} B_k(\text{Temp}_{ij})$ 은 최고기온의 3차원 다항함수 영향을 나타내며 rain_{ij} 는 강수량 변화로 인한 효과, $\sin(x_i) + \cos(x_i)$ 는 장염 발생에 영향을 미치는 계절성의 효과, $\text{Lag}(\text{Temp})$ 는 최고기온 변수의 4주간 시간지연 효과, year 는 장염질환 발생에 영향을 미치는 연도의 효과, agegp 는 노인과 비노인을 구분하는 더미변수를 나타낸다.

III. 연구결과

기후변화와 연령특성에 따른 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생 예측을 위한 최종 분석모형에 근거한 분석결과는 <표 5>와 같다. 강수량, 연도, 비노인 변수를 제외하고 계절성이나 기온의 효과를 직관적으로 판단하기 쉽지 않다.

표 5. 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생예측 최종모형 분석결과(상대위험도)

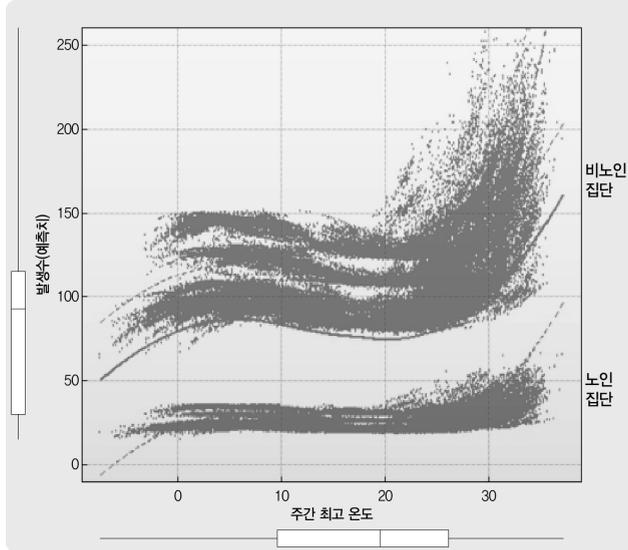
구분		회귀계수	SE	P-value
	(Intercept)	5.8480	0.0013	< 0.001
최기기온	ns.basisv1.11	-2.0980	0.2884	0.000
3차원다항식	ns.basisv2.11	-8.6830	0.7491	< 0.001
4주간(week)	ns.basisv3.11	11.0500	0.5408	< 0.001
시간지연효과	ns.basisv1.12	18.0700	1.7880	< 0.001
	ns.basisv2.12	32.0800	4.6430	0.000
	ns.basisv3.12	-48.7900	3.3520	< 0.001
	ns.basisv1.13	-38.1800	3.1740	< 0.001
	ns.basisv2.13	-34.4300	8.2400	0.000
	ns.basisv3.13	67.2600	5.9490	< 0.001
	ns.basisv1.14	23.0200	1.6890	< 0.001
	ns.basisv2.14	8.8130	4.3830	0.044
	ns.basisv3.14	-27.5800	3.1640	< 0.001
강수량	prep	-0.0022	0.0001	< 0.001
계절성	sin (week)	0.0043	0.0004	< 0.001
	cos (week)	0.0029	0.0004	0.000
연도	factor(yr)2	0.0292	0.0010	< 0.001
	factor(yr)3	0.1158	0.0010	< 0.001
	factor(yr)4	0.2821	0.0009	< 0.001
	factor(yr)5	0.4289	0.0009	< 0.001
비노인	agegp	-1.4420	0.0009	< 0.001

주: 통계적 유의성 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

주간 강수량의 증가는 장염질환 발생건수와 음의관계가 성립하는 것으로 나타났다. 이는 겨울철에 노로바이러스에 의해 발생하는 식중독의 영향도 있을 것이고 비가 내릴 경우 의료기관방문이 쉽지 않은 것도 작용할 것이다. 그럼에도 불구하고 시군구 행정단위별 주간 장염 발생량의 차이가 강수량이 평균 1mm 상승함에 따라 상대위험도가 0.2% 줄어드는 것으로 나타나 강수량의 영향은 거의 없는 것으로 보인다.

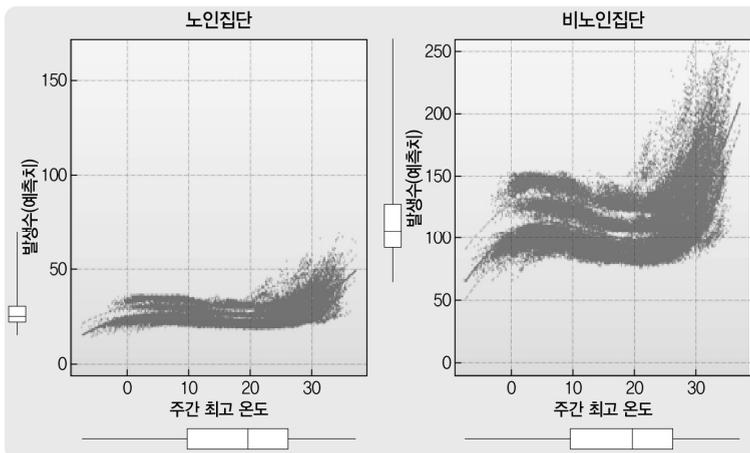
연도별 변수 효과는 기준연도를 2004년으로 고정할 경우 2004년에 비해 모두 증가하는 양상을 보였다. 그러나 연도의 변수도 기온이나 비노인 변수들의 영향에 비교하면 보잘 것 없는 것으로 확인되었다. 또한 상대적으로 위생이 열악한 환경에 처할 수 있는 노인 집단에 대한 기후변화의 영향을 규명하기 위하여 노인과 비노인을 구분하였다.

그림 7. 식중독 발생예측 결과와 주간 최고온도와의 상관성



[그림 7]은 시군구별 주간 장염 발생 예측건수를 주간 최고기온과 scatter plot을 그린 것이다. 발생예측은 크게 2그룹으로 구분되는데 위쪽은 비노인 집단의 장염질환 발생건수를 예측한 결과이며 아래 것은 노인집단의 식중독 발생 예측결과를 나타낸 것이다. 이를 구분하여 그리면 [그림 8]과 같다.

그림 8. 식중독 발생에서 노인과 비노인의 차이



노인집단의 장염질환 발생건수는 기온과 상관성을 보이거나 비노인 집단처럼 뚜렷한 상관성은 관찰되지 않는다. 비노인 집단의 경우 변곡점이 2곳에서 나타나는데 아래의 변곡점 아래 부분은 기온과 양의 상관성을 보이거나 첫 번째 변곡점과 두 번째 변곡점 사이에서는 기온과 음의 상관성을 보이는 것으로 나타난다. 두 번째 변곡점 이후에서는 기온과의 양의 상관성이 보다 뚜렷이 관찰된다. 노인의 경우(그림 8의 왼쪽 그림) 두 번째 변곡점 이후 기온과의 양의 상관성이 관찰되기는 하나, 비노인 집단과 비교해서 변곡점도 뚜렷하지 않고 변곡점 사이에서 기온과의 상관성도 명확하지 않다.

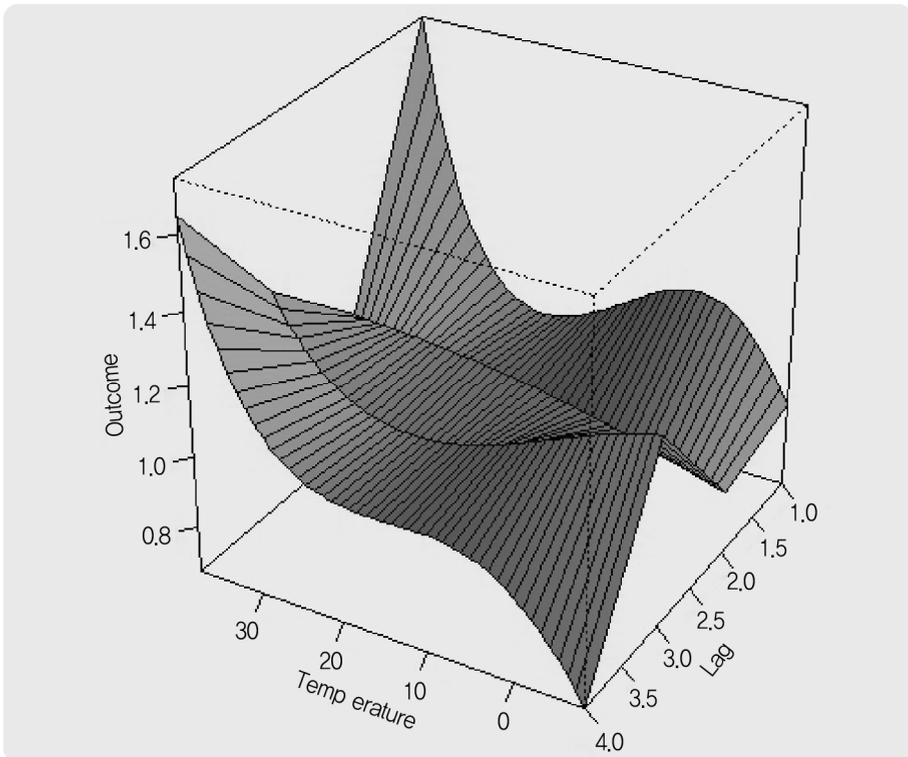
표 6. 변곡점과 변곡점 전후의 기온기

구분	변곡점	주간 최고기온	95% CI	기온기	기온기
노인	변곡점 1	2.034	1.821	2.247	1.35443
	변곡점 2	24.41	24.31	24.5	-1.54318 1.82603
비노인	변곡점 1	2.018	1.868	2.168	5.74167
	변곡점 2	24.35	24.28	24.41	-6.54456 7.67001
전체	변곡점 1	1.884	1.542	2.226	4.42483
	변곡점 2	24.3	24.14	24.45	-5.02642 5.68157

변곡점은 1.9°C와 24.3°C에서 형성되었는데 노인집단과 비노인집단에 약간의 차이가 존재한다(표 6). 변곡점 전후의 기온기는 단위기온 상승에 따른 시군구 주간 장염질환 발생건수를 나타내는데, 예를 들면 노인과 비노인을 모두 고려한 모형(전체)에서 24.3°C 이후에서 기온이 1°C 상승함에 따라 주간 시군구 주간 장염 발생건수도 5.7건 증가하는 경향을 나타낸다. 평균 주간 시군구 발생건수가 114건이므로 이는 5.0% 증가를 의미한다. 1.9°C와 24.3°C 사이에서는 5건 정도 감소하며 최하위 구간에서는 4.4건 증가한다. 또한 노인집단에 비해 비노인 집단은 기온 상승에 따라 평균 3배 이상 높은 발생 경향이 관찰되었다. 노인집단에서 변곡점 24.4°C 이후 기온이 1°C 상승함에 따라 장염 질환 발생건수가 1.8건 증가하나, 비노인 집단은 7.7건 증가하여 4.3배 많은 증가속도를 보여준다. 즉, 본 모형에 따르면, 2050년 우리나라 평균기온이 24.3°C 이후 3.2°C 증가하면, 시군구 장염질환 발생건수가 16% 증가할 것을 예측할 수 있었다.

[그림 9]는 식중독 발생에서 기온의 영향을 종합적으로 보여주는 그림이다. Z 축은 상대위험도를 보여주며 2차원의 한쪽 면은 최고기온의 영향을 다른 쪽은 최고기온의 시간지연 효과를 나타내 준다. 가장 앞쪽에 보이는 단면선은 4주후의 기온의 영향을 보여주며 제일 위쪽은 곡선은 1주후의 기온의 영향을 보여준다. 시간지연효과는 1주후 2주까지 줄어드는 양상을 보이며 3주에는 다시 상승하였다가 4주째는 다시 줄어드는 양상을 보인다. 기온의 시간지연효과만을 살펴보면 1주의 시간지연 효과는 식중독 발생이 평균 7.3%(상대위험도 0.073) 증가하며, 2주째는 상대위험도는 -0.063, 3주째 0.081, 4주째 -0.072의 상대위험도를 나타낸다.

그림 9. 식중독 발생예측에서 기온의 시간지연 효과



IV. 고찰 및 논의

서건호(2010)는 여러 가지 기후 요소 중에서도 강수량과 온도는 수인성 질병, 식품매개 질환, 연안 해안 수질 등과 밀접한 관계가 있다고 하였고 비브리오 등과 같은 식품매개 질환에 미치는 기후변화의 직간접 영향이 매우 큰 것으로 현재까지 많은 연구결과에서 드러났다고 강조하여 향후 기후변화로 인한 식품매개질환을 차단하기 위한 예방대책 (먹는물관리 시스템 구축, 오수관리대책 마련, 상수수계관리, 급격한 해조류 번식피해 대책 수립, 질병감시체계 확보, 조기경보시스템 구축) 등을 제시하였다.

신호성(2011)은 연구에서 제안된 말라리아 발생예측 모형을 따라 분석을 수행한 결과 3곳의 변곡점을 가지는 영문글자 'M'자 모양의 예측곡선이 생겨났다. 첫 번째 변곡점인 0.8℃ 이하에서는 추정 기온기가 0으로 추산되어 큰 의미를 가지지 못하였고 두 번째 변곡점(20.2℃) 이후의 경우, 기온이 1℃ 상승하면 주간 시군구단위 환자수가 0.212명 증가할 것으로 예측되었는데 이는 시군구 지역 단위당 11.7%의 증가할 것으로 예측하였다. 지역 결핍지수와 말라리아 발생과의 상관성을 살펴본 결과 말라리아 발생은 시군구 통합결핍지수가 낮은 지역에서 더 많이 발생하는 경향이 있다고 평가하였다.

김동진 외(2012)의 연구결과에서 기후변화에 따른 설사병 발생 모델링 결과, 단위온도 증가 시 증가하는 시군구별 주별 환자발생수는 인구천 명당 0.0051명인 것으로 나타났다. 이를 우리나라 전체 연간 환자수 발생으로 환산하면, 단위온도 1℃ 증가 시 우리나라 전체의 설사병 환자수는 인구천 명당 평균 68.35명(6.84%) 증가하는 것으로 나타났다. 단위온도 증가에 따른 연령그룹별 설사병 환자 발생 변화를 추정한 결과, 단위온도 증가 시 19세 미만 집단의 경우 인구천 명당 64.45명(6.45%), 19~64세 집단의 경우 인구천 명당 72.20명(7.2%), 65세 이상 집단의 경우 인구천 명당 67.23명(6.72%)으로 19세 미만의 집단 보다는 높고 중장년층 보다는 낮게 증가할 것으로 예측하였다.

또한 채수미 외(2014)의 연구결과에서는 기온상승에 따라 말라리아 발생 위험이 증가한다고 하였는데 말라리아 환자가 밀집되어 있는 서울, 경기, 인천, 강원에서 기온이 1℃ 상승하면 발생 위험이 10.8%, 12.7%, 14.2%, 20.8% 증가하는 것으로 나타났다. 위험도는 역치기온 이후에서 추정된 것으로 그리고 역치는 지역별로 다른 것으로 나타났다.

본 연구는 기상청 및 식품매개로 추정되는 장염질환 발생에 대한 통계자료 등을 이용하여 기상요소와 연령에 따른 식품매개질환의 발생과의 관계를 살펴보고 기온상승에

따른 연령특성별 질환발생예측을 수행한 것이다. 연구에서 제안된 장염질환 발생예측 모형을 따라 분석한 결과 노인집단의 장염질환 발생건수는 기온과 상관성을 보였으나 비노인 집단처럼 뚜렷한 상관성이 관찰되지는 않았다. 비노인 집단의 경우 변곡점이 2곳에서 나타났는데 아래의 변곡점 아래 부분은 기온과 양의 상관성을 보였으나 첫 번째 변곡점과 두 번째 변곡점 사이에서는 기온과 음의 상관성을 보이는 것으로 나타났으며 두 번째 변곡점 이후에서는 기온과의 양의 상관성이 보다 뚜렷이 관찰되었다. 노인의 경우 두 번째 변곡점 이후 기온과의 양의 상관성이 관찰되었으나, 비노인 집단에 비해 변곡점도 뚜렷하지 않고 변곡점 사이에서 기온과의 상관성도 명확하지 않았다. 이는 WHO(2009)에서 언급된 열섬이 노인의 심폐질환에 영향을 미쳐 사망률이 증가하는데 반해, 기후변화로 인한 장염질환 발생에는 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났다.

이번 모형은 노인과 같은 취약계층 연령에서 발생하는 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생현황을 분석한 것으로 향후 소비자의 위생관념 및 식중독 관련 제도와 정책적 변수 등 본 예측모형에 반영되지 않은 변수들이 추가로 고려된 연구방법의 발전을 기대할 수 있을 것이다.

V. 결론

급속히 진행 중인 기후변화에 대응하는 방안은 크게 완화와 적응이 있고, 식품분야는 이미 발생했거나 앞으로 발생하게 될 기후변화에 대해 적응하는 것과 관련이 많다고 볼 수 있다. 완화는 기후변화 영향을 줄이기 위한 전략으로서 기후변화를 유발하는 원인을 제거하거나 감축하는 일에 초점을 두는 것이고, 적응은 기후변화의 영향을 극복하기 위한 전략으로서 기후변화의 결과에 대한 대응에 중점을 둔다.

식중독지수는 집단식중독 발생을 예측하는 모형으로 본 연구에서 적용한 식품매개로 추정되는 질환 발생예측방법과는 분명히 구분이 된다. 특히 식중독지수의 경우 집단식중독 발생에 다양한 요소가 영향을 미치기 때문에 랜덤(random)한 요소까지 고려해야 하는 어려움이 있다. 집단식중독이 발생하는 이유는 식중독을 일으키는 식자재에 위험 요소가 존재하거나, 집단급식이 이루어지는 장소에 식품의 조리과 저장상의 문제가

발생할 경우, 음식을 섭취하는 사람들의 예방, 위생과 면역체계 등에 문제가 있기 때문이다. 식중독 감시체계에 따르면 집단 식품매개질환의 발생은 일정한 경향을 가지는 것이 아니라 연도에 따라 들쭉날쭉 하는 경향을 보이는데, 이는 식품매개로 추정할 수 있는 장염질환 발생이 기상요소 이외에 식품의 가공 및 조리 저장에 관련된 정책, 산업 수준 및 개인의 위생관념 등이 모두 복합적으로 연관되기 때문이다.

본 연구에서 살펴본 식품매개로 추정되는 장염 발생예측은 개인수준에서 발생하는 식품매개로 추정할 수 있는 장염증상의 발현양상에 관한 것으로 기상요소를 주요한 변수로 상정한 것이다. 이는 식중독 신고 또는 보고를 통한 역학자료에서 누락될 수 있는 식품매개 장염질환을 포함할 수 있는 장점을 가진 반면 건강보험자료를 이용한 분석이기 때문에 역학자료가 가지는 정확성을 반영하기 어려운 한계가 있다. 본 예측모형에서 고려되지 않은 나머지 변수는 현재적 수준에서 다루어지는 것을 전제로 한다. 즉 식자재의 생산이나 가공 및 운반, 처리 등과 관련된 정책이나 이의 준수는 가까운 미래에도 변하지 않을 것이라는 가정에 근거한다. 이 가정에는 식품을 섭취하는 경향이나 개인의 위생관념 또한 현재적 수준과 유사하게 진행될 것이라는 가정도 포함된다.

식중독지수는 복잡한 현상을 예측해야 하는 것이므로 가까운 미래(1~2년)정도에서 사용될 수 있도록 만들어진다. 반면 기후변화에 따른 식품매개로 추정되는 장염 발생 예측모형은 보다 먼 장래에도 적용될 수 있는 모형이다.

본 연구결과 식중독 발생은 주간 평균기온이 1℃ 상승함에 따라 식중독 발생이 5% 증가할 것으로 예측되어, 새로운 기후변화 시나리오(RCP 8.5)에 따라 2050년 주간 평균기온이 3.2℃이 상승하면 식중독 발생이 16% 증가할 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 식품안전정책이 향후 어떻게 변화할 것인지, 이의 영향이 식품매개질환 발생에 어떠한 영향을 미칠 것인지, 식품에 대한 개인적 선호의 변화나 개인의 위생 관념의 변화가 식품매개질환 발생에 미치는 영향 등은 본 연구 모형에 포함되어 있지 못하다. 이런 변수들의 영향을 추정하기는 쉬운 일은 아니나 향후 연구 방법의 발전에 기대를 걸어본다.

신호성은 미국 Univ. of South Carolina에서 보건학 박사학위를 받았으며, 현재 원광대학교 치과대학 인문사회치의학교실에서 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 의료행평성, 기후변화, 공간분석 등이다. (E-mail: shinhosung@gmail.com)

윤시문은 단국대학교에서 환경자원경제학 박사과정을 수료하였고, 현재 한국보건사회연구원에서 전문연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 식품정책, 식품안전, 자원경제 등이다. (E-mail: yunsimon@kihasa.re.kr)

정진욱은 일본 교린대학교에서 보건학 박사학위를 받았으며, 현재 한국보건사회연구원에서 부연구위원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 보건정책, 정신보건, 공중위생 등이다. (E-mail: jjwook@kihasa.re.kr)

김정선은 독일 베를린공대에서 식품화학 석·박사학위를 받았으며, 현재 한국보건사회연구원에서 연구위원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 식품정책, 위해분석, 기후변화와 식품안전이며, 현재 식품, 화장품 및 한약재 분야를 연구하고 있다. (E-mail: kjs0416@kihasa.re.kr)

참고문헌

- 김동진, 신호성, 채수미(2012). 기후변화가 설사병 발생에 미치는 영향분석, 보건사회연구, 32(1), pp.281-297.
- 김시현, 장재연(2010). 국내 기후변화 관련 감염병과 기상요인간의 상관성. 예방의학회지, 43(5), pp.436-444.
- 김정선, 정기혜, 정진욱, 윤시몬, 김은정, 김영래(2007). 식중독의 체계적 관리시스템 구축 마련 연구. 서울: 한국보건사회연구원.
- 박윤형(2012). 세계보건기구(WHO) 기후변화와 건강. 서울: KMA의료정책연구소, pp.1-92.
- 박윤형, 김호, 장원기, 김용배, 황보영, 기모란 외(2006). 기후변화에 의한 감염병 발생영향 통합관리체계 구축. 충남: 순천향대학교·건강증진기금사업지원단.
- 박혜련(1996). 연령층별 영양상태, 지역사회영향학회지, 1(2), pp.301-332.
- 서건호(2010). 기후변화에 따른 식품매개질환의 영향 예측 및 관리대책. 대한수의학회지, 50(1), pp.64-66.
- 신호성(2011). 기상요소와 지역 말라리아 발생지수의 상관관계. 보건사회연구, 31(1), pp.217-237.
- 신호성, 이수형, 김동진, 이종경, 최성은(2009). 기후변화에 따른 식품안전 분야의 사회·경제적 손실비용 평가, 식품의약품안전평가원.
- 신호성, 김동진(2008). 기후변화와 전염병 질병 부담. 서울: 한국보건사회연구원.
- 장재연, 조수남, 김성자, 김시현, 신소영(2009). 기후변화에 따른 건강분야 적응대책 수립방안 연구. 경기: 아주대학교·건강증진사업지원단.
- 주용성(2012). 국내 기후 권역별 식중독발생 예측모델 개발, 서울: 식품의약품안전처·동국대학교
- 주용성 외(2013). 국내 기후 권역별 식중독 발생건수 모델 개발, 서울: 식품의약품안전처 열린포럼.
- 채수미, 김동진, 윤석준, 신호성(2014). 기온과 지역특성이 말라리아 발생에 미치는 영향, 보건사회연구, 34(1), pp.436-455.
- 홍윤철(2008). 기후변화와 건강. 대한의사협회지, 51(8), pp.764-769.

- WHO (2009). Protecting health from climate change: connecting science, policy and people. World Health Organization.
- Bentham, G., Langford, I. H. (2001). Environmental temperatures and the incidence of food poisoning in England and Wales. *Int J Biometeorol*, 45, pp.22-26.
- Checkley, W., Epstein, L. D., Gilman, R. H., Figueroa, D., Cama, R. I., Patz, J. A., et al. (2000). Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children. *Lancet*, 355, pp.442-450.
- Dahlgren, G. & Whitehead, M. (1991). *Policies and Strategies to Promote Social Equity in Health*. Stockholm: Institute for Futures Studies.
- Fried, P. F., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G., and Mcburnie (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype, *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 56A(3).
- Hashizume, M., Armstrong, B., Hajat, S., Wagatsuma, U., Faruque, A. SG., Hayashi, T., et al. (2007). Association between climate variability and hospital visits for non-cholera diarrhoea in Bangladesh: effects and vulnerable groups. *Int J Epidemiol*, 36(5), pp.1030-1037.
- IPCC (2008). *Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- Jun, B. H., Lee, H. G. (2000). An investigation of the intake of the health food among the salarymen in Seoul. *Kor J Soc Food Sci*, 16(1), pp.9-16.
- Kang, M. H. (1994). Nutritional status of Korean elderly people. *Korean J of Nutr*, 24(6), pp.616-636.
- McMichael, A., Campbell-Lendrum, D., Ebi, K., Githeko, A., Scheraga, J., Woodward, A., eds. (2003). *Climate change and human health: risks and responses*. Geneva: World Health Organization.

The Impacts of Climate Change and Age Factors on the Food-borne Disease

Shin, Ho-Sung

(Wonkwang University)

Jeong, Jin-Wook

(Korea Institute of
Health and Social Affairs)

Yun, Simon

(Korea Institute of
Health and Social Affairs)

Kim, Jeong Seon

(Korea Institute of
Health and Social Affairs)

This study modeled the relation between changes in temperature and precipitation and occurrence of infectious enteritis by age based on the health insurance claim data from Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA) from 2004 to 2008 and climate data measured by Automatic Weather System in Korea Meteorological Administration. The correlation was observed between food poisoning and temperature. The slope before and after the inflection point refers to the frequency of food poisoning during the daytime by city, county and district with increase in unit temperature. In a model in which both elderly and non-elderly people were considered, temperature rose by 1°C after 24.3°C. Therefore, the frequency of the disease during the daytime by city, county and district also increased by 5.7. In sum, as average daytime temperature increases by 1°C after 24.3°C, the frequency of the food borne presumptive enteritis during the daytime rose by 5% (a group of non-elderly people (7.7 cases) was 4.3 times greater than a group of elderly people (1.8 cases)). If Korea's mean annual temperature increases by 3.2°C after 24.3°C in 2050, the frequency of the food borne presumptive disease would rise by 16%.

Keywords: Infectious Enteritis, Climate Change, Elder, Age Factor